

ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ РЕЦИКЛИНГА АВТОМОБИЛЬНОГО ЛОМА

Automotive scrap is one of the fast growing multi-tonnage types of solid waste. Lack of industrial processing of car scrap leads to negative environmental consequences and loss of metals. The article notes a tendency to increase the share of aluminium alloys in the construction of cars. A technological scheme for recycling cars is proposed taking this trend into account.

Одним из приоритетов развития экономики является рост производства вторичных металлов [1–2]. Важным условием такого развития служит совершенствование технологий сбора вторичных металлов, содержащихся в отходах производства и потребления. Как известно, эффективность переработки отходов определяется рядом факторов [3]:

- масштабный, определяемый объемом образования отходов и перспективами их увеличения;
- экономический, связанный с сокращением затрат на производство металлов из вторичного сырья по сравнению с производством их из минерального сырья;
- экологический, отражающий степень предотвращения негативного влияния отходов на окружающую среду.

Указанным критериям в полной мере соответствует переработка лома вышедших из эксплуатации транспортных средств (ВЭТС, по международной терминологии – *ELV – end-of-life vehicle*). Автомобильный лом является одним из быстрорастущих многотоннажных видов твердых отходов. При этом 70–80 % от массы автомобиля приходится на черные и цветные металлы, что делает автомобильный лом одним из основных ресурсов вторичной металлургии [4–5]. Промышленная переработка ВЭТС является альтернативой их захоронению и позволяет избежать попадания в биосферу загрязняющих веществ, содержащихся в автомобильных компонентах. Указанные обстоятельства подтверждают необходимость развития индустрии

авторециклинга. По данным [4–5] в мире действует около 800 заводов по утилизации ВЭТС (из них более 300 в странах ЕС), имеющих шредерные установки для фрагментации и дробления автомобилей и линии сортировки материалов с выделением утилизируемых компонентов. При этом коэффициент вторичной переработки материалов (использование в качестве вторсырья) в ЕС достигает 85 % от массы автомобиля, а коэффициент утилизации (включая сжигание остатков с получением энергии) – 95 %.

В России количество шредерных заводов можно пересчитать по пальцам одной руки [6]. При этом расположены они только в европейской части страны (Московская, Ленинградская, Белгородская области, Краснодарский край) и не способны решить проблемы авторециклинга даже в указанных регионах. В стране преобладают разрозненные предприятия, занимающиеся разборкой автомобилей с последующей реализацией ряда деталей в виде запчастей и поставкой остовов автомобилей в пункты сбора металлолома.

Развитие системы авторециклинга в этом направлении представляется малоэффективным, поскольку потребности в запасных частях относительно невелики, а их надежность во многих случаях не гарантируется. С другой стороны, автомобильный лом малопривлекателен для металлургов, т. к. он является легковесным, и его транспортировка от мест сбора до металлургических предприятий сопровождается повышенными расходами. В сложившейся ситуации представляется актуальным анализ технологических схем утилизации ВЭТС с учетом мирового опыта в области авторециклинга и тенденций развития автомобилестроения.

В обзорной публикации [5] представлены наиболее распространенные технологические схемы шредерных заводов и описано основное технологическое оборудование. Обобщенная схема с некоторыми дополнениями авторов статьи приведена на рисунке 1. Сбор ВЭТС производится непосредственно на шредерных заводах, либо на предприятиях, занимающихся демонтажом автомобилей. По данным [4] на один шредерный завод может работать более 100 предприятий – демонтажеров. На таких

предприятиях предварительно производится удаление из автомобилей экологически опасных (топливо, эксплуатационные жидкости, фильтры, газобаллонное оборудование, детали, содержащие ртуть, и др.) и обязательных (пиропатроны подушек безопасности) компонентов. Далее выполняется частичный демонтаж автомобилей, предполагающий снятие ряда ресурсоценных компонентов для последующей экономически эффективной утилизации, либо восстановления (шины, бамперы, аккумуляторные батареи, электронные блоки и т. п.).

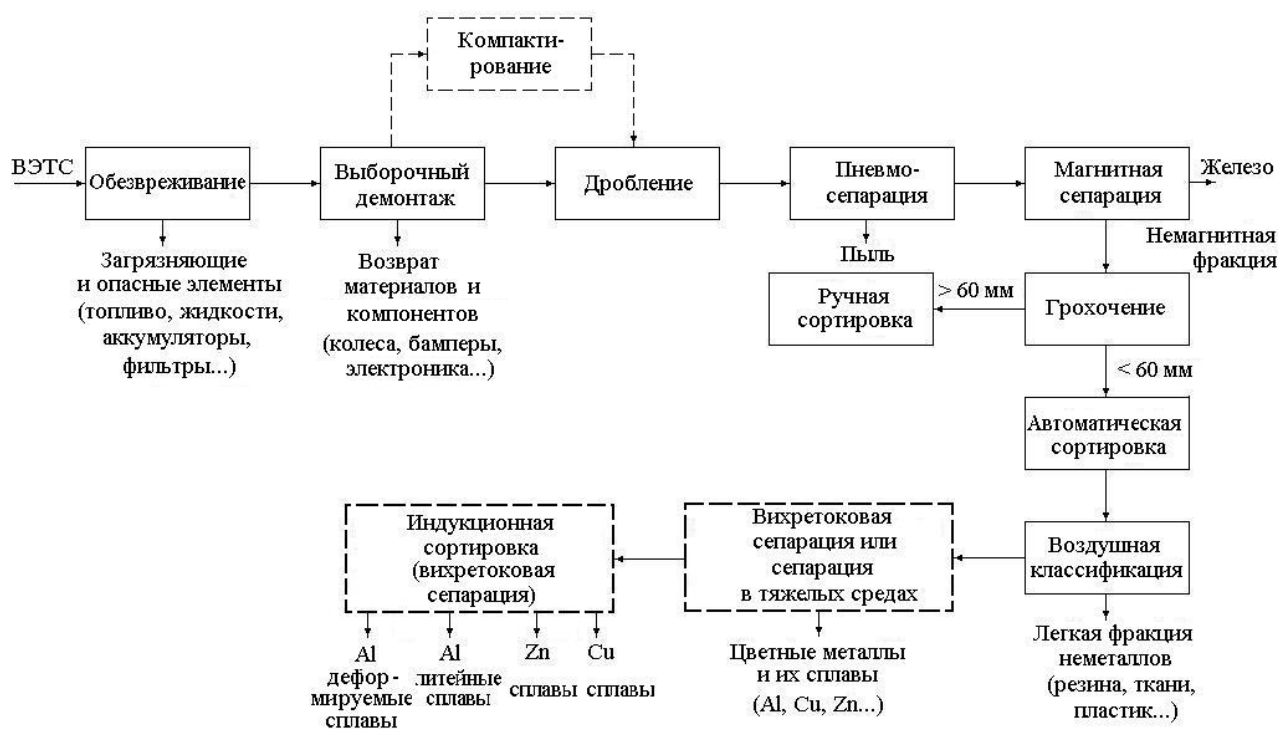


Рис. 1. Технологическая схема утилизации ВЭТС

На данном этапе желателен демонтаж электрооборудования, на которое приходится основное содержание меди в автомобиле. Выделение меди и медных сплавов, представленных проводниками, контактами, мелкими деталями, на последующих стадиях (после дробления) затруднительно. Часть снятых компонентов реализуется в качестве сырья для предприятий по переработке шин, по переработке электронного и электротехнического лома и т. д. Другая часть компонентов восстанавливается и реализуется в качестве запчастей. При этом для обеспечения качества восстановленных запчастей

желателен контроль со стороны предприятий – изготовителей автомобилей. После демонтажа указанных компонентов остовы автомобилей отправляются на шредерные заводы. Для снижения транспортных расходов выполняется компактирование остовов с помощью специальных прессов. В случаях, когда демонтаж производится непосредственно на шредерном заводе, операция компактирования не нужна.

В результате дробления автомобилей на шредерных установках происходит уменьшение размеров и раскрытие материалов. При этом с измельченных фрагментов сбивается краска, ржавчина и другие загрязнения. После дробления производится разделение материалов по крупности путем грохочения. Крупные фракции (куски крупнее 60–65 мм) разбираются вручную, а мелкие поступают на механизированную обработку. Методом воздушной классификации из смеси материалов извлекается легкая фракция, содержащая ткани, резину, некоторые виды пластиков. На этой стадии возможна дополнительная магнитная сепарация для удаления мелких включений черных металлов и сростков. Затем с применением электродинамической сепарации или сепарации в тяжелых средах разделяются оставшиеся материалы, прежде всего, цветные металлы, отделяются от остальных отходов (окалина, краска, стекло, тяжелые полимеры и др.).

Следует отметить, что технологии выделения цветных металлов из шредерных остатков освоены лишь на отдельных заводах. При этом выделяемая фракция представляет собой коллективный концентрат металлов. Из такого металлолома могут быть получены только низкосортные литейные сплавы. Вместе с тем в автомобилестроении существует устойчивая тенденция к увеличению доли алюминия в массе автомобилей. В настоящее время в автомобилях ведущих компаний доля алюминия достигает 20 % и прогнозируется ее рост до 30–40 % [7]. Увеличение доли легких сплавов (кроме алюминиевых, сплавы магния, цинка и др.) в автоломе требует совершенствования технологий извлечения его из смеси материалов, получаемых после дробления, прежде всего, в направлении селективного сбора

металлов. С учетом этого предлагается дополнить технологическую схему шредерного завода дополнительной операцией – индукционной сортировкой цветных металлов. Такая сортировка исследуется на кафедре «Электротехника и электротехнологические системы» УрФУ. На рисунке 2 показаны некоторые результаты исследований, подтверждающие возможность разделения фракций разных сплавов (L0 – начальное удаление образцов от индуктора сепаратора). Селективный сбор цветных металлов обеспечивает возможность получения из вторичного сырья качественных сплавов.

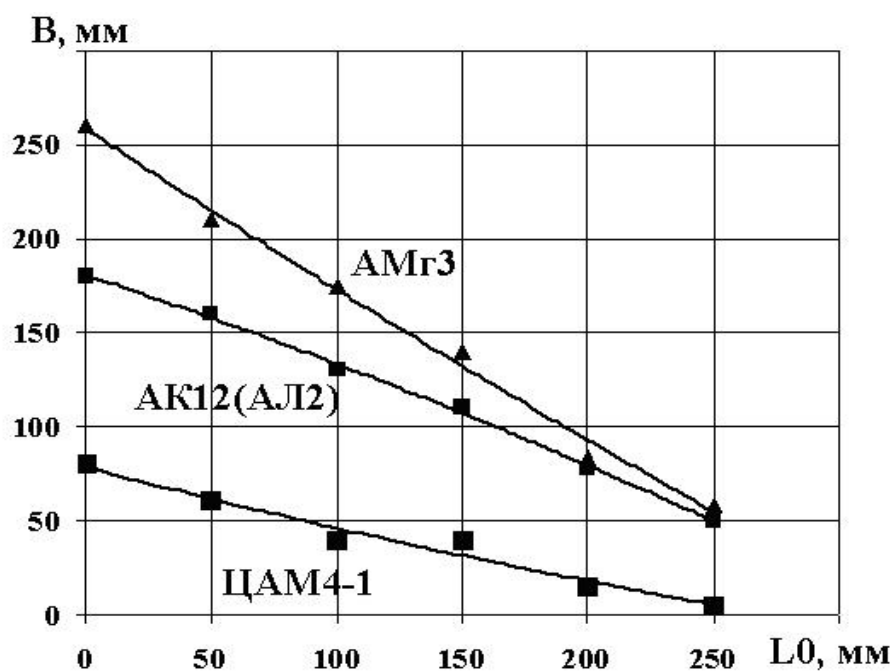


Рис. 2. Отклонения образцов разных сплавов от линии подачи при крупности образцов 40 мм

Таким образом, выполненный анализ технологических схем утилизации ВЭТС позволяет обобщить современные достижения в области авторециклинга. Предложенная технологическая схема рекомендуется при создании шредерных заводов в нашей стране.

ЛИТЕРАТУРА

1. Татаркин, А. И. Тенденции и перспективы развития рециклинга металлов / А. И. Татаркин, О. А. Романова, В. Г. Дюбанов и др. // Экология и промышленность России. – 2013, № 5. – С. 4–10.
2. Бейлис, К. Роль рециклинга в устойчивом развитии рынка алюминия / К. Бейлис, К. Цесмелис // Цветные металлы. – 2014, № 5. – С. 71–76.
3. Абрамов, А. В. Об эффективности рециклинга / А. В. Абрамов, О. С. Кусраева // Рециклинг отходов. – 2009, № 5 (23). – С. 2–4.
4. Петров, Р. Л. Европейский опыт авторециклинга для развития системы утилизации отслуживших автомобилей в России / Р. Л. Петров // Журнал автомобильных инженеров. – 2012, № 5 (76). – С. 52–57.
5. Sakai, S. An international comparative study of end-of-life vehicle (ELV) recycling systems / S. Sakai, H. Yoshida, F. Passarini etc. // Journal of Material Cycles and Waste Management. – 2014, Vol. 16, Issue 1. – P. 2–20.
6. Митрохин, Н. Н. Утилизация и рециклинг автомобилей / Н. Н. Митрохин, А. П. Павлов. – М. : МАДИ, 2015. – 120 с.
7. Modaresi, R. Component- and alloy-specific modeling for evaluating aluminium recycling strategies for vehicles / R. Modaresi, A. N. Lovik, D. B. Muller // Journal of Metals. – 2014, Vol. 66, Issue 11. – P. 2262–2271.